



Europska unija
Zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDOVI



FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA
I ENERGETSKU UČINKOVITOST



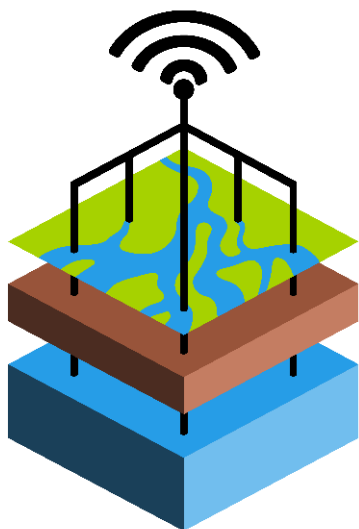
REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo gospodarstva
i održivog razvoja



Operativni program
KONKURENTNOST
I KOHEZIJA



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije



DELTA^SAL

Napredni sustav motrenja agroekosustava u riziku od zaslanjivanja i onečišćenja

KK.05.1.1.02.0011

INFO I EDUKATIVNA
BROŠURA

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj



POLAZIŠTA I CILJ PROJEKTA

Delta Neretve

Rijeka Neretva je u svojem gornjem dijelu krška rijeka, a u donjem postupno smiruje tok formirajući široku aluvijalnu dolinu. Najveći dio te aluvijalne doline nalazi se u Republici Hrvatskoj. Ukupni prostor doline Neretve mijenjao se prirodno kroz geološka razdoblja, ali ga je čovjek značajno preobrazio. Bogata arheološka nalazišta svjedoče tome da je prostor donje Neretve od davnina privlačio stanovništvo. Nakon intenzivnih hidrotehničkih i agronomskih zahvata u moderno doba, područje karakterizira kombinacija močvarne doline i tipičnog poljoprivrednog krajobraza polderskog tipa.

Plodna tla u delti Neretve nastala su fluvijalnom sedimentacijom i taloženjem zemljišnog materijala erodiranog s brdovitog krškog područja unutar sliva. U samom donjem toku i ušću u Jadransko more korito Neretve se dijeli u nekoliko tokova formirajući deltu. Opsežni melioracijski zahvati smanjili su deltu s prijašnjih 12 na samo tri toka. Intenzivnim hidro- i agrotehničkim zahvatima močvarna dolina pretvorena je u uređeno poljoprivredno zemljište koje se danas koristi za intenzivnu visoko dohodovnu proizvodnju povrća i citrusa. S obzirom na to da je zemljište uređeno sistemom poldera, hidrološki režim potpuno je pod kontrolom sustava crpnih stanica. To se nadalje odražava i na izuzetnu dinamičnost procesa pedogeneze, recentnu sedimentaciju, ali i na geokemiju površinskih i podzemnih voda. Stanje je dodatno komplicirano krškom geologijom i geomorfologijom koja favorizira intruziju morske vode unutar delte i miješanje zaslanjene sa slatkom vodom.

Poljoprivredne površine na području donjeg toka rijeke Neretve predstavljaju prirodni resurs od strateške važnosti za život ovog područja. U Hrvatskoj se proizvodnja povrća tradicijski povezuje s područjem neretvanske doline.

POLAZIŠTA I CILJ PROJEKTA

Znanstvena polazišta projekta

- Globalne promjene klime rezultiraju podizanjem razine mora, intenzivnijim prodorom zaslanjene morske vode u krške vodonosnike, pojavom dugotrajnih sušnih razdoblja te promjenama u dostupnosti i kvaliteti vode za poljoprivredu.
- Naročito su ugrožene priobalne riječne doline kao što je delta Neretve.
- Različitost ekoloških zona unutar područja – površinski vodeni tokovi, krški vodonosnici, poljoprivredno zemljište, zaštićena močvarna staništa i priobalno more – posebni je izazov u održivom upravljanju prirodnim i gospodarskim resursima područja.
- Dosadašnjim istraživanjima utvrđen je rizik od trajnog oštećenja tla uslijed primjene zaslanjene vode za navodnjavanje što ugrožava agroekosustav doline Neretve.
- Gubitak zemljišnih resursa je ozbiljna prijetnja gospodarstvu i socio-ekonomskoj održivosti doline Neretve.

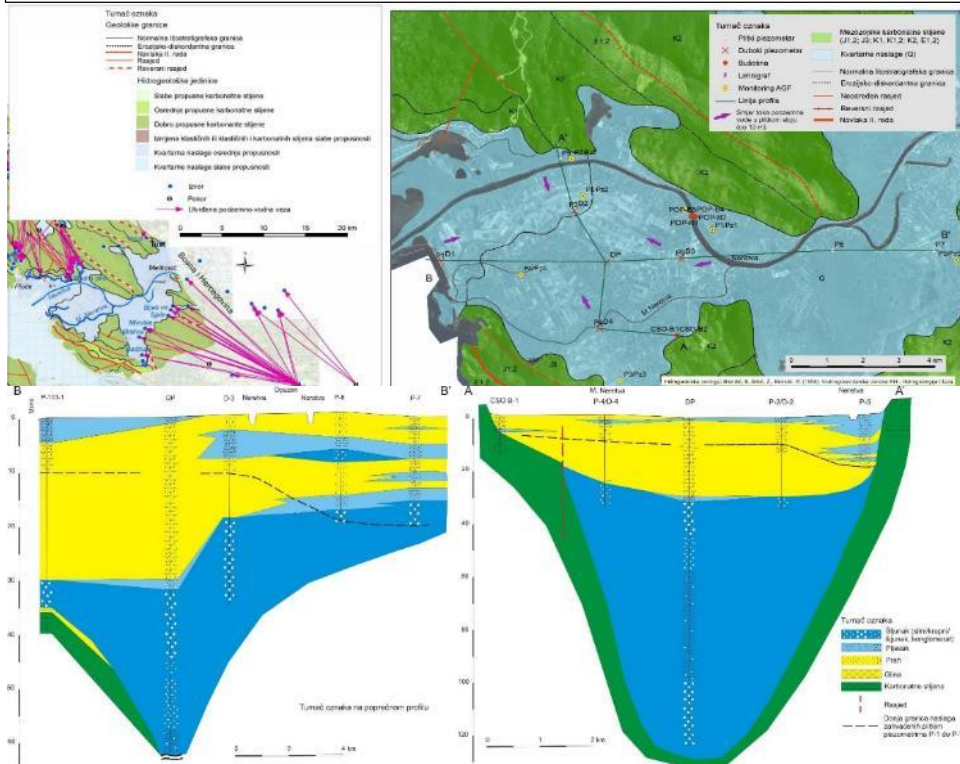
S tih su polazišta postavljeni sljedeći ciljevi:

Razviti i primijeniti napredni sustav praćenja, predviđanja i izvješćivanja o stanju agroekosustava doline Neretve koji se dominantno koristi za poljoprivredu

- putem automatizacije sustava motrenja
- prikupljanja i povezivanja podataka višejezičnim programskim sustavom
- dostupnosti uspostavljene platforme korisnicima

ANALIZA POSTOJEĆIH PODATAKA I LOKACIJE ISTRAŽIVANJA

Prikupljanje i analiza postojećih hidrogeoloških i pedoloških podataka i podloga



Područje sliva rijeke Neretve pretežito je izgrađeno od intenzivno okršanih, a time i dobro propusnih mezozojskih vapnenaca.

Brojni krški izvori pojavljuju se uz desnu (Prud, Modro Oko) i lijevu obalu (Doljani, Bijeli Vir, Mislina, Spile, Mlinište, Badžula) rijeke Neretve.

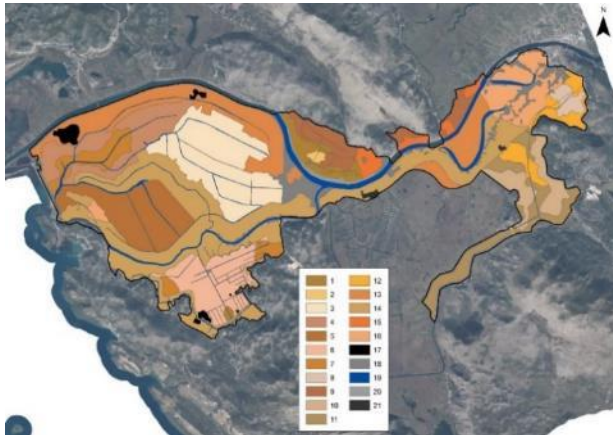
U nevezanim kvartarnim naslagama formiran je vodonosni sustav sa zaslanjenom podzemnom vodom unutar kojeg se ističu tri glavna sloja:

- 1. Vodonosni sloj sastavljen od sitnog pijeska i slojeva praha (debljine 1 do 10 m)
- 2. Sloj gline i praškasto-glinastih naslaga (debljina se povećava prema moru – do 25 m)
- 3. Duboki kvartarni vodonosnik (šljunak i pijesak) – dubine do 130 m

ANALIZA POSTOJEĆIH PODATAKA I LOKACIJE ISTRAŽIVANJA

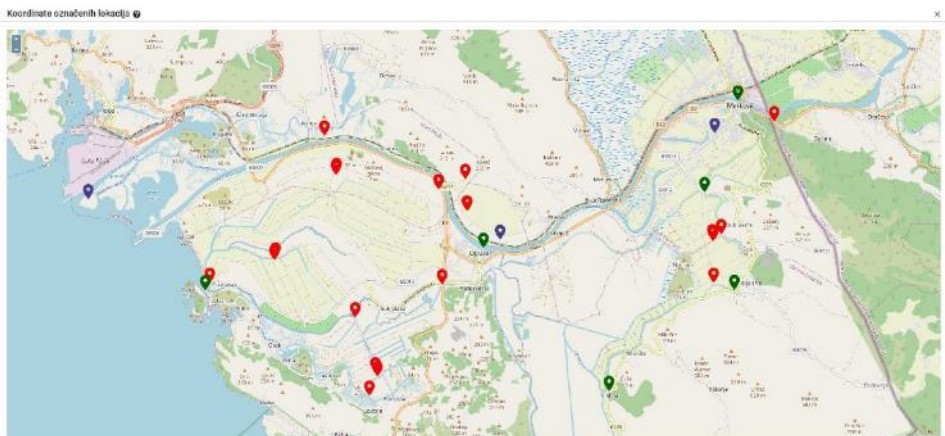
Izrađena pedološka karta područja (5 730 ha):

- izdvojeno 16 kartiranih jedinica tla
- sve jedinice su mjestimično ili većim dijelom zasalnjene



Kreirana je jedinstvena baza postojećih podataka

- ukupno prikupljeno 219 558 podataka o kvaliteti površinskih i podzemnih voda (crveno), vodostajima (zeleno) i meteorološkim prilikama (ljubičasto)



USPOSTAVA AUTOMATSKOG SUSTAVA PRAĆENJA

Automatski sustav praćenja klimatskih pokazatelja, fizikalno-kemijskih pokazatelja površinskih i podzemnih voda i fizikalno-kemijskih pokazatelja tla uspostavljen je na dvije lokacije:

- Vidrice kao predstavnik područja na kojem se pretežito uzgajaju citrusi
- Luke kao predstavnik područja na kojem se pretežito uzgaja povrće

Instalacija piezometara u plitki vodonosnik

- Dubina 4 m
- Profil 110 mm



Instalacija automatske agrometeorološke stanice

- Temperatura zraka ($^{\circ}\text{C}$)
- Relativna vlažnost zraka (%)
- Brzina vjetra (m/s)
- Globalna radijacija (W/m^2)
- Oborine (mm)

Prikupljanje podataka u minimalno deset minutnoj vremenskoj rezoluciji



USPOSTAVA AUTOMATSKOG SUSTAVA PRAĆENJA

Instalacija beskontaktnog radarskog sustava za praćenje površinske brzine i razine vode u kanalima

- Razina vode (mm)
- Površinska brzina (m/s)

Prikupljanje podataka u minimalno petnaest minutnoj vremenskoj rezoluciji



USPOSTAVA AUTOMATSKOG SUSTAVA PRAĆENJA

Instalacija višeparametarskih sondi u piezometre i kanale

- Dubina vode (m)
- Temperatura vode (°C)
- Električna vodljivost (dS/m)
- pH
- Oksidacijsko reduksijski potencijal – ORP (mV)
- Otopljeni kisik – DO (%)
- Ukupno otopljene suhe tvari – TDS (mg/l)
- Salinitet (PSU)
- Specifična gustoća morske vode (σT)
- Otpornost (Ωcm)
- Kloridi (mg/l)
- Kalcij (mg/l)

Prikupljanje podataka u minimalno deset minutnoj vremenskoj rezoluciji



USPOSTAVA AUTOMATSKOG SUSTAVA PRAĆENJA

Instalacija senzora u tlo

- 4 dubine – svakih 25 cm
- Temperatura tla ($^{\circ}\text{C}$)
- Vlažnost tla (m^3/m^3)
- Električna vodljivost (dS/m)
- Vodni potencijal (kPa)

Prikupljanje podataka u minimalno deset minutnoj vremenskoj rezoluciji



USPOSTAVA AUTOMATSKOG SUSTAVA PRAĆENJA

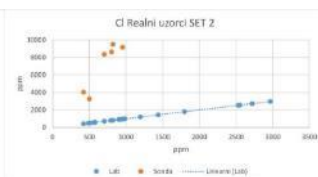
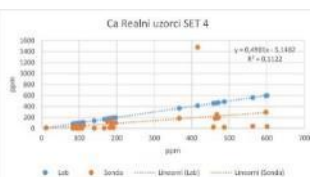
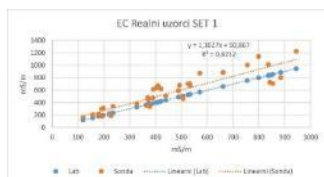
Umjeravanje višeparametarskih sondi

- Umjeravanje se provodi prema uputama proizvođača u mjesečnim vremenski intervalima
- Za umjeravanje elektroda za pH i EC koriste se komercijalne otopine pufera sa certifikatom uz navedenu nesigurnost standardnog pufera (4,01, 7,00 i 10,00 za pH te 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ za EC).
- Umjeravanje ORP provodi se na +250 mV



Validacija višeparametarskih sondi

- Provedena je validacija mjerenja višeparametarskih sondi te kontrola nezavisnim tehnikama
- Stabilnost očitavanja ovisna je o specifičnim uvjetima lokacije (rad crpne stanice, dotok svježe vode u kanale, promjene temperature zraka ili oborine)
- Usporedbom terenskih mjerenja s laboratorijskim analizama uzorka vode utvrđena je značajna podudarnost za pH i EC
- Sonde s ion selektivnim elektrodama za mjerenje kalcija i klorida su pokazale značajno variranje uslijed efekta ionske jakosti, interferencije te hidrodinamike na mjerenje

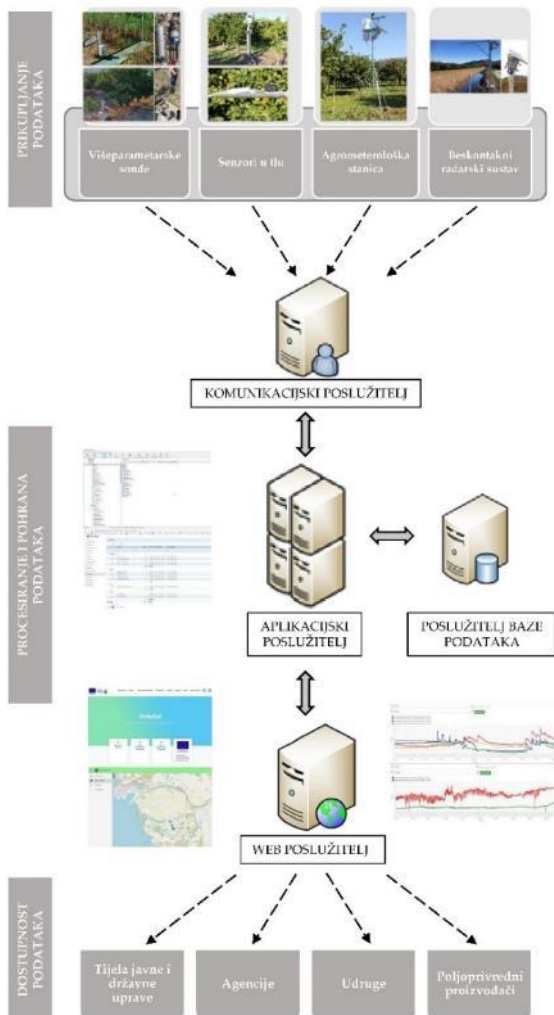


USPOSTAVA AUTOMATSKOG SUSTAVA PRAĆENJA

Razvijeni višezjezični programski sustav omogućuje kontinuirano prikupljanje i pohranjivanje podataka sa svih instaliranih senzora.

U bazi je pohranjeno preko 8 milijuna podataka.

Podaci su dostupni dionicima projekta kroz web portal DELTASAL.

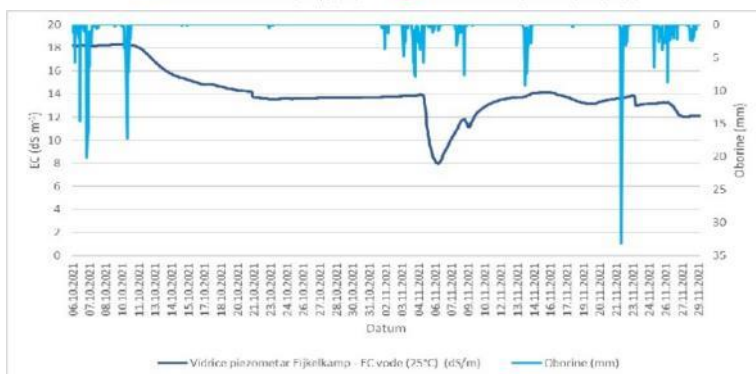
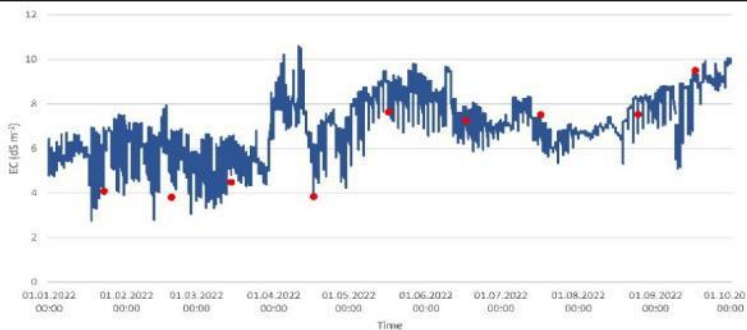


MODELIRANJE

Podaci o stupnju zaslanjenosti i brojnim drugim fizikalno-kemijskim pokazateljima površinskih i podzemnih voda prikupljaju se u satnoj vremenskoj rezoluciji.

Kontinuiranim, automatskim prikupljanjem podataka u visokoj vremenskoj rezoluciji moguće je utvrditi promjene koje klasičnim mjesečnim monitoringom nije moguće uočiti, a posljedicu su kako prirodnih (oborine), tako i antropogenih procesa (rad crpnih stanica, navodnjavanje).

Prikupljeni podaci koriste se za izradu modela temeljenih na stohastičkim procesima te primjeni modela strojnog učenja za kratkoročna predviđanja stupnja zaslanjenosti površinskih i podzemnih voda.

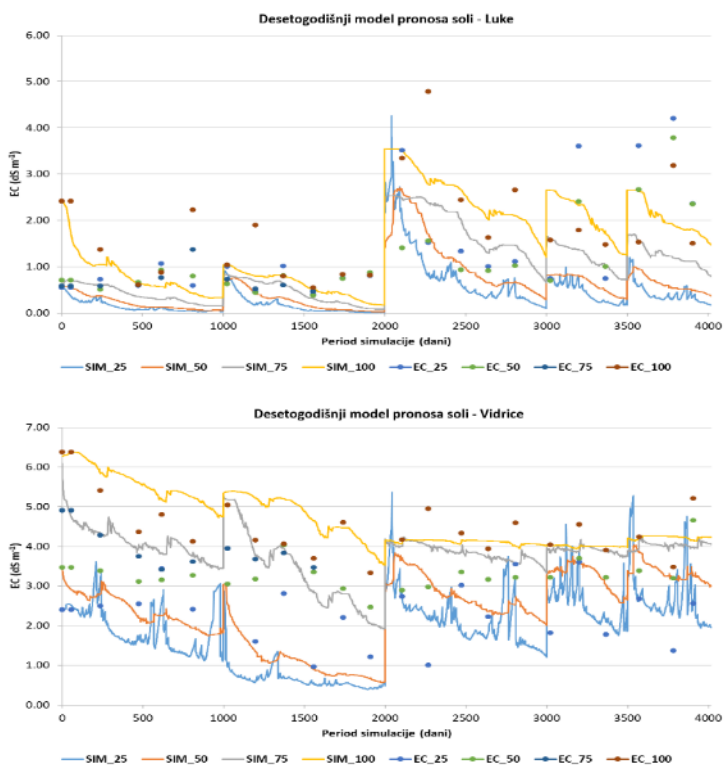


MODELIRANJE

Podaci o stupnju zaslanjenosti, vlažnosti i temperaturi tla na 4 dubine prikupljaju se u deset minutnoj vremenskoj rezoluciji.

Automatskim prikupljanjem podataka u visokoj vremenskoj rezoluciji moguće je utvrditi promjene u vlažnosti i stupnju zaslanjenosti tla te pratiti dinamiku pronosa soli kroz profil tla kao posljedice prirodnih (oborine) te antropogenih (agrotehničke mjere, u prvom redu navodnjavanje) procesa.

Podaci prikupljeni automatiziranim u kombinaciji s podacima klasičnog monitoringa korišteni su za izradu modela pronosa soli u profilu tla primjenom software-a HIDRUS-1D.



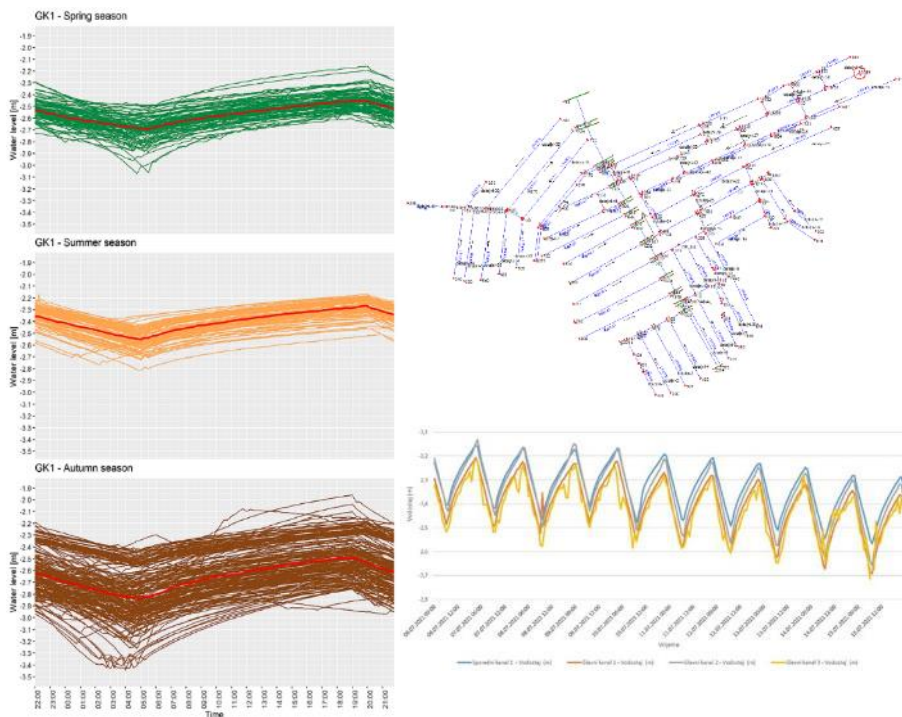
MODELIRANJE

Podaci o površinskoj brzini vode i razini vode u kanalima prikupljaju se na 4 mjesta unutar poldera Vidirce.

Tri radarska sustava nalaze se na glavom kanalu, a jedan na sporednom kanalu.

Automatskim prikupljanjem podataka u visokoj vremenskoj rezoluciji moguće je utvrditi promjene u brzini i razini vode u kanalima koje su prvenstveno posljedica svakodnevnog rada crpnih stanica pri čemu se razina vode u kanalima spušta u prosjeku za 30 cm.

Prikupljeni podaci korišteni su za izradu modela tečenja primjenom software-a HEC-RAS.



Ocjena utjecaja klimatskih promjena

Za ocjenu utjecaja rizika zaslanjivanja razvijen je ekonomski model poljoprivredne proizvodnje mandarine.

Kroz scenarije različitih stupnjeva zaslanjivanja i vjerojatnosti njihove pojave simuliran je utjecaj rizika na ekonomiku proizvodnje mandarine.

Mišljenja poljoprivrednika o načinima prilagodbe pri izraženom riziku od zaslanjivanja utvrđeni su anketnom upitnicom.

Na temelju rezultata anketne i modela ocijenjen utjecaj projekta na opseg i strukturu proizvodnje mandarine.

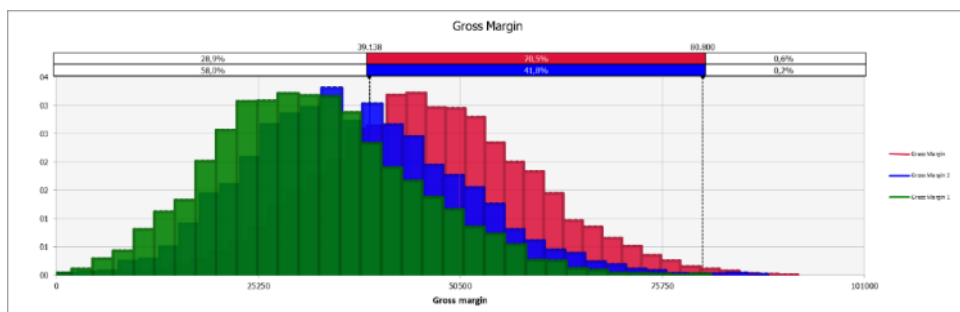
Općenito o dolini Neretve (izvor:DZS):

- 29 203 stanovnika (>50% starije od 50 godina)
- 3 596 poljoprivrednih subjekata (>94 % OPG)
- > 75 % nositelja OPG-a starije od 50 godina
- 2020. uzgoj mandarine na 2 008 ha s proizvodnjom 39 440 t

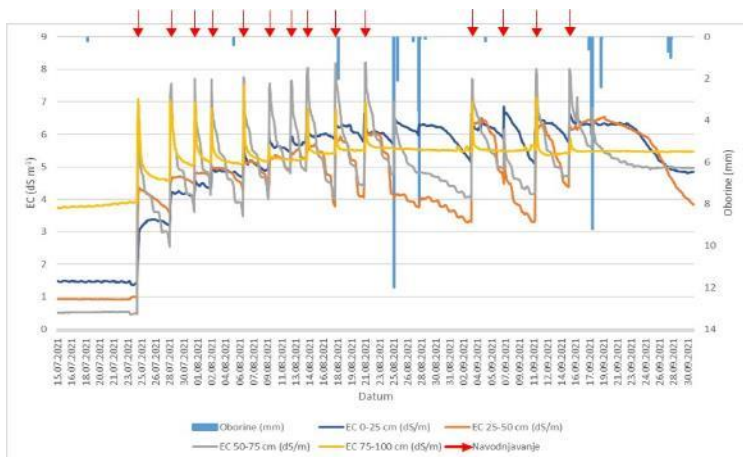
Anketni upitnik:

- Prosječna dob poljoprivrednika 45 godina
- Prosječna ekonomska veličina poljoprivrednog gospodarstva 26 500 EUR
- Prosječna korištena površina 5,29 ha

Za ocjenu ekonomskih posljedica rizika zaslanjenosti primijenjen je stohastički simulacijski model. Usporedbom baznog scenarija bez utjecaja rizika zaslanjivanja s rezultatima na dvije lokacije (Vidrice i Luke) utvrđeno je smanjenje gross margina s 46 000 HRK na 32 000 HRK na lokaciji 1 i 37 000 HRK na lokaciji 2



ISPITIVANJE UČINKOVITOSTI AGRO-TEHNIČKIH MJERA PRILAGODBE



Prirodni (oborine) i antropogeni procesi (rad crpnih stanica, navodnjavanje) utječu na promjenu dinamike soli u profilu tla.

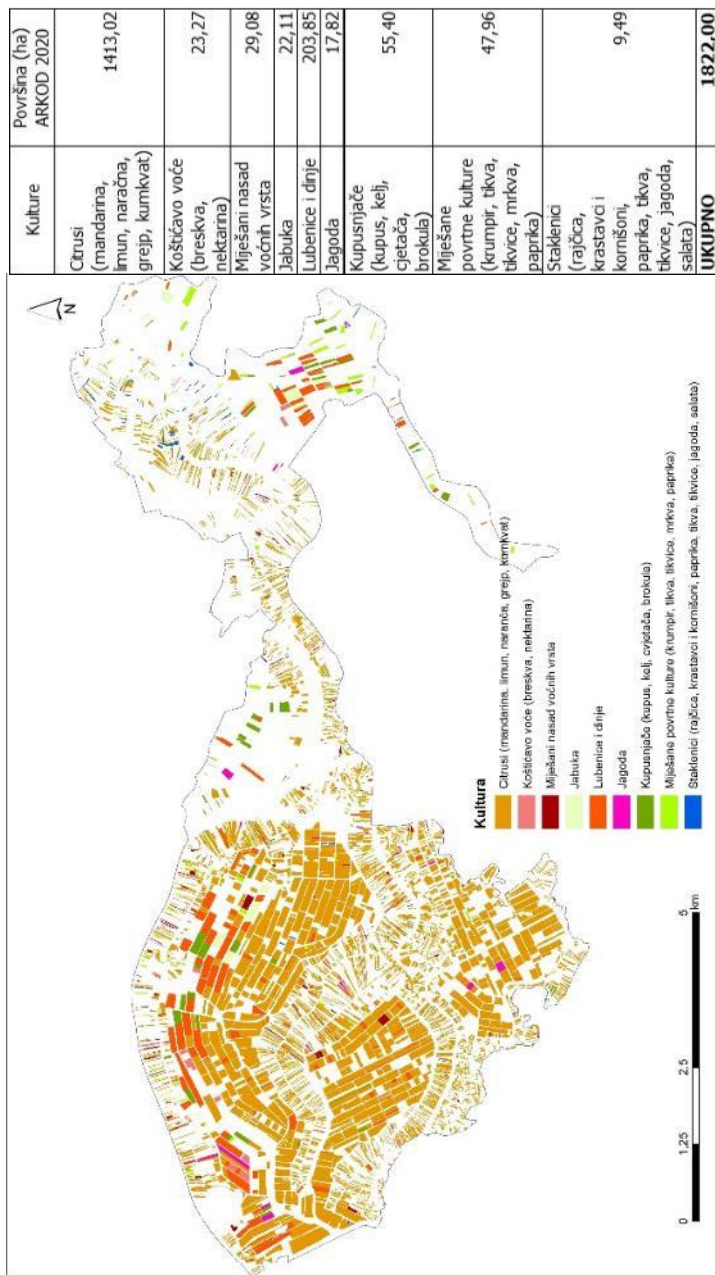


Primjena zaslanjene vode ostavlja tipične simptome rubne paleži i defolijacije na biljkama, a u tlu dolazi do inklustracije soli na površini tla i povećanja sadržaja soli po rubovima omočenog oboda.



Visoke koncentracije soli u vodi imaju za posljedicu potpuno uništavanje biljke, a time i uroda.

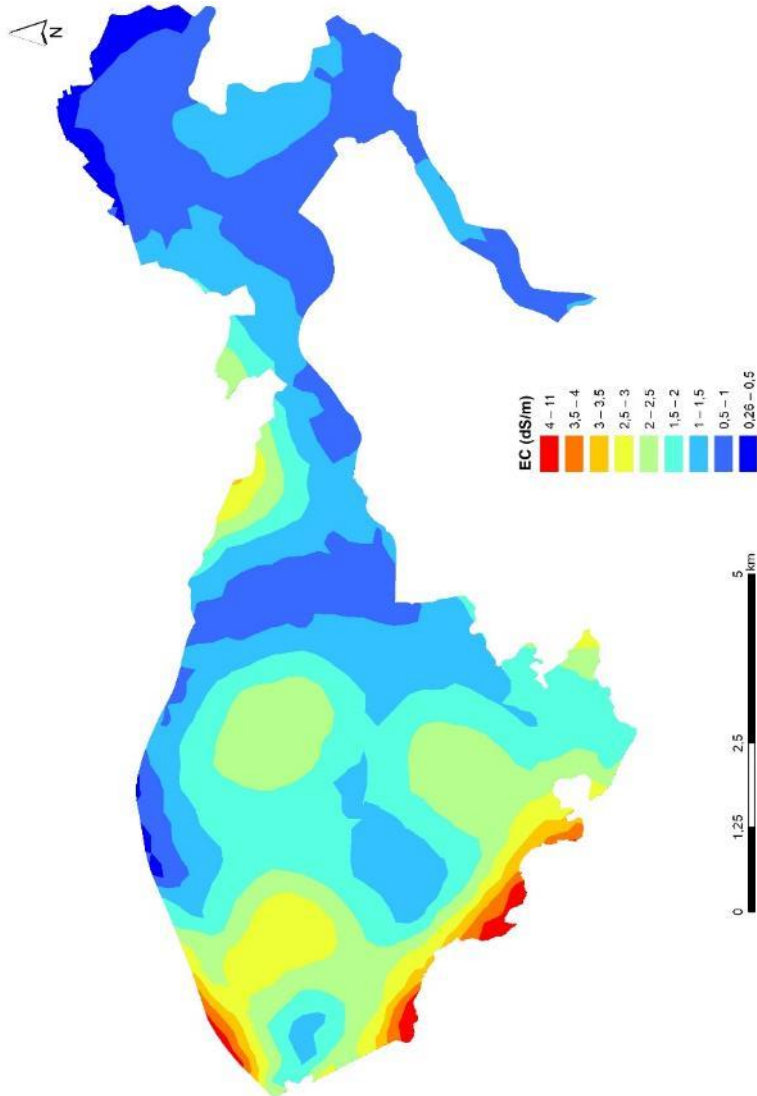
IZRADA DIGITALNE I ONLINE DOSTUPNE KARTE



Na području doline Neretve prema podacima iz ARKOD-a (2020.) dominiraju citrusi (1413 ha), lubenice i dinje (203,85 ha) i povrće (112,85 ha).

IZRADA DIGITALNE I ONLINE DOSTUPNE KARTE

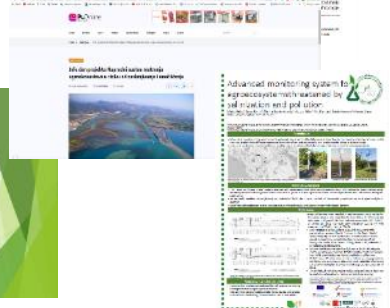
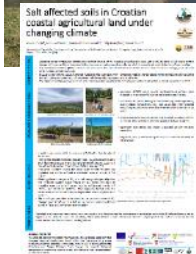
Karta zaslanjenosti tla u površinskom sloju (0-25 cm) pokazuje da se većina zaslanjenih tala $EC > 2$ dS/m nalazi u melioracijskom području Opuzen ušće i Vidrice.



VIDLJIVOST PROJEKTA

Projekt DELTASAL široj javnosti prezentiran je putem:

- Web stranice projekta (www.deltasal.hr)
- INFO DAN – Opuzen (30. rujna 2021.)
- Više objavljenih znanstvenih i stručnih članaka
- Većeg broja televizijskih priloga na javnoj i privatnim televizijskim postajama
- Prezentacija na znanstvenim konferencijama i stručnim skupovima
- Promotivnih materijala (banner, brošure, poster)





Europska unija
Zajedno do fondova EU



EUROPSKI STRUKTURNI
I INVESTICIJSKI FONDOVI



FOND ZA ZAŠTITU OKOLIŠA
I ENERGETSKU UČINKOVITOST



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo gospodarstva
i održivog razvoja



Operativni program
KONKURENTNOST
I KOHEZIJA



REPUBLIKA HRVATSKA
Ministarstvo regionalnoga razvoja
i fondova Europske unije

OSNOVNE INFORMACIJE O PROJEKTU

Napredni sustav motrenja agroekosustava u riziku od zaslanjivanja i onečišćenja

KK.05.1.1.02.0011

Partnerske institucije

Prijavitelj: Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

Partner 1: Institut Ruđer Bošković Zagreb

Partner 2: Hrvatski geološki institut Zagreb

Partner 3: Sveučilište u Zagrebu Fakultet elektrotehnike i računarstva

Partner 4: Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet

Voditelj projekta: prof.dr.sc. Davor Romić

Trajanje projekta: 1. siječnja 2020. – 1. siječnja 2023.

Podaci o financiranju

Ukupna vrijednost projekta: 2.997.725,85 HRK

Ukupni prihvatljivi troškovi: 2.853.372,01 HRK

Europski fond za regionalni razvoj (85%): 2.425.366,19 HRK

Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost: 230.050,20 HRK

Kontakt

Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

tel: +385 1 239 3779

e-mail: dekanat@agr.hr

web: www.deltasal.hr

Više informacija o EU fondovima potražite na: <https://razvoj.gov.hr/> i
<https://strukturnifondovi.hr/>

Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj